

**Bonding diamond to diamond.**Patent Number:  EP0339992, B1

Publication date: 1989-11-02

Inventor(s): JONES BARBARA LYNN

Applicant(s): DE BEERS IND DIAMOND (ZA)

Requested Patent:  JP2051413Application  
Number: EP19890304199 19890427

Priority Number(s): GB19880010113 19880428

IPC Classification: C23C16/26

EC Classification: C23C16/00, C30B33/00Equivalents: AU3385689, AU619285, CA1337546, DE68907991D, DE68907991T, ES2043008T, JP6053638B,  
KR9303045, ZA8903033Cited Documents: US4074471; EP0251264; ZA8204457

---

**Abstract**

---

A method of bonding diamond to diamond including the steps of providing two spaced diamond surfaces (34), (36) and growing a diamond or diamond-like bridge between the diamond surfaces by chemical vapour deposition.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

---

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報 (A) 平2-51413

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>  
 C 01 B 31/06  
 C 30 B 29/04

識別記号 Z 延内整理番号 8218-4G  
 8518-4G

⑭ 公開 平成2年(1990)2月21日

審査請求 有 請求項の数 21 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ダイヤモンドをダイヤモンドに結合する方法

⑯ 特 願 平1-111952

⑰ 出 願 平1(1989)4月28日

優先権主張 ⑯ 1988年4月28日 ⑰ イギリス(G.B.) ⑰ 8810113.4

⑱ 発 明 者 バーバラ リン ジョーンズ イギリス国アールジー12 3ティーエックス、プラツクネル、フォーリスト パーク、チスピリイ ブレース80

⑲ 出 願 人 デ ピアス インダス トリアル ダイヤモンド ディビジョン(ブロブライエタリイ)リミテッド 南アフリカ国トランスパール、ヨハネスブルグ、メインストリート 45

⑳ 代 理 人 弁理士 浅 村 皓 外3名

明細書の添付(内容に変更なし)

明 細 書

1. 発明の名称

ダイヤモンドをダイヤモンドに結合する方法

2. 特許請求の範囲

(1) 間隔をおいたダイヤモンド表面を少なくとも二つ設けること、及び化学気相成長(CVD)法によってダイヤモンド表面間にダイヤモンド又はダイヤモンド構架体を成長させること、の工程を包含するダイヤモンドをダイヤモンドに結合する方法。

(2) 上記ダイヤモンド表面が、多結晶ダイヤモンド結合塊の一部を成すダイヤモンド粒子でできた表面であることを特徴とする請求項1記載の方法。

(3) 上記ダイヤモンド表面が、結合されると、多結晶ダイヤモンド結合塊となる個々のダイヤモンド粒子の表面であることを特徴とする請求項1記載の方法。

(4) 上記ダイヤモンド表面が、二つのダイヤモンド板の端面の相互に隣接した面であることを特

徴とする請求項1記載の方法。

(5) 上記ダイヤモンド表面が、それぞれ三つのへき面(100), (110), 又は(111)内の一つの面、又はこれらの面のいずれか一つの面から3°以内の面であることを特徴とする請求項4記載の方法。

(6) 上記ダイヤモンド表面の間の間隔が、150ミクロン未満であることを特徴とする前記請求項のいずれか一つに記載の方法。

(7) 化学気相成長(CVD)法が、好適な窒化物よりなる表面にダイヤモンド表面を設置すること、表面のまわりにガス状炭素化合物の雰囲気を形成すること、窒化物表面およびダイヤモンド表面の温度を少なくとも600°Cにすること、及び該化合物を分解させるに好適なマイクロウエーブエネルギーをガス状化合物に与え、炭素を生成させ、これを表面に沈積させ、表面に結晶ダイヤモンドを形成させることの各工程を包含することを特徴とする前記請求項のいずれか一つに記載の方法。

- (8) 窒化物が、窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化チタニウム、窒化タンタルなどから選択されることを特徴とする請求項7記載の方法。
- (9) 窒化物が、窒化シリコンであることを特徴とする請求項8記載の方法。
- (10) 窒化物表面が、支持体を完全に囲むことを特徴とする請求項7～9のいずれか一つに記載の方法。
- (11) 支持体が、マイクロウェーブ エネルギー吸収体であることを特徴とする請求項10記載の方法。
- (12) 支持体が、グラファイト支持体であることを特徴とする請求項11記載の方法。
- (13) 窒化物表面及びダイヤモンド表面の温度が、炭素化合物の分解およびダイヤモンド表面上での炭素の沈積が起こっている間は、800～1000℃の温度に維持されていることを特徴とする請求項7～12のいずれか一つに記載の方法。
- (14) ダイヤモンド表面が、窒化物表面より高温度に維持されていることを特徴とする請求項7～

13のいずれか一つに記載の方法。

- (15) マイクロウェーブ エネルギーの周波数が、200MHz～90GHzの範囲にあることを特徴とする請求項7～14のいずれか一つに記載の方法。
- (16) マイクロウェーブ エネルギーが、少なくとも数時間の間は維持されることを特徴とする請求項7～15のいずれか一つに記載の方法。
- (17) マイクロウェーブ エネルギーが、2～10時間の間は維持されることを特徴とする請求項7～16のいずれか一つに記載の方法。
- (18) 炭素化合物が、炭化水素であることを特徴とする請求項7～17のいずれか一つに記載の方法。
- (19) 炭化水素が、メタンであることを特徴とする請求項18記載の方法。
- (20) 炭素化合物が、還元性ガスにより炭素化合物の混合物の一部を形成するを特徴とする請求項7～19のいずれか一つに記載の方法。
- (21) 還元性ガスが、水素であることを特徴とする請求項20記載の方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 【産業上の利用分野】

本発明は、ダイヤモンドをダイヤモンドに結合する方法に関する。

#### 【従来の技術】

ダイヤモンド コンパクトのような結合ダイヤモンド製品は技術上周知であり、ダイヤモンド粒子を通常第二相の存在の下に結合して堅い集塊状にした多結晶塊から成るものである。この第二相はダイヤモンド触媒又は溶剤を含有するのが典型的である。ダイヤモンド コンパクトは、炭素相のダイヤモンド安定領域の高温高圧の条件下において製造される。

炭化水素または一酸化炭素のようなガス状炭素化合物を用いて化学気相成長法(CVD)によつてダイヤモンド種晶の上にダイヤモンドを成長させるために、色々な方法がこれまで提案されてきたし、実際に試みられてきている。ガス状炭素化合物は、熱および放電周波数(RF)エネルギーを含む色々な方法によつて分解することができる

し、またマイクロウェーブ エネルギーを使って分解することもできる。

歐州特許公告第0264024号には、ダイヤモンド コンパクト全体にわたつて分散し網目状に相互に繋がつてゐる空隙細孔を有する、自己結合性粒子から成る多結晶ダイヤモンド コンパクトをば、窒化チタニウムまたはチタニウム カーバイドの還元被覆物で包む方法が記載されている。

#### 【発明の要約】

本発明によれば、ダイヤモンドをダイヤモンドに結合する方法において、間隔をおいたダイヤモンド表面を少なくとも二つ設けること、及び化学気相成長法によつてダイヤモンド表面間にダイヤモンド又はダイヤモンド保護層を成長させることの各工程を包含するダイヤモンド/ダイヤモンド結合方法が提供される。

#### 【発明の実施態様】

本発明によつて、間隔をおいて位置する二つのダイヤモンド表面の間にダイヤモンド又はダイヤモンド層結合層を架ける方法が提供される。この

ダイヤモンド又はダイヤモンド様結合体は、化学気相成長(CVD)法を用いて製造される。CVD法は、表面の周りにガス状炭素化合物の雰囲気を形成すること、表面の温度を好適な高温、典型的には少なくとも600℃にすること、及びガス状炭素化合物にエネルギーを与えて化合物を分解し、ダイヤモンド表面に沈着するカーボンを生成することを包含するものである。以上の工程を繰り返して行うと、ダイヤモンドが成長し、ついにはダイヤモンド又はダイヤモンド様架橋が表面の間に形成される。

二つのダイヤモンド表面は、お互いに近接した位置に置く必要がある。さもないと、横が架からないからである。典型的には、二つのダイヤモンド表面の間隔は150ミクロンを超えないようにし、一般には75ミクロン以下であるようとする。

上記のダイヤモンド表面は、結合多結晶ダイヤモンド塊の一部を成すダイヤモンド粒子でできた表面で構成するとよい。このような多結晶ダイヤモンド塊は、塊全体にわたって分散し網目状に相

互に繋がっている空隙構孔を有する。ダイヤモンド粒子の間にダイヤモンド又はダイヤモンド様架橋を形成することは、空隙構孔を、少なくとも部分的には充填し、從つて多結晶ダイヤモンド塊を強化する効果を有する。ダイヤモンド又はダイヤモンド様架橋を形成するダイヤモンド成長は、上記塊の表面近くで起こり、更にある程度は塊の内部にまで漫透する。このようにして、第二の相つまり結合相を含有せず、100%ダイヤモンドに近いダイヤモンド含有量を有する多結晶ダイヤモンド体を製造することが可能である。多結晶ダイヤモンド結合塊は、典型的には、米国特許第4,224,380号および第4,288,248号に記載のものであるので、本明細書にこの特許を参考文献として挙げるものとする。別的好適な多結晶ダイヤモンド結合塊は、英國特許第2,158,086号に記載のもので、この文献では、ダイヤモンド塊の第二相は、例えば、溶出法によつて除去されるものである。

また個々のダイヤモンド粒子の間に横を架け、

結晶が極めて多く結合した塊を形成するのに、本発明の方法を用いることができる。この個々のダイヤモンド粒子の粒度は合成したものでも、天然のものでもよいが、大きさは500ミクロン未満のものが典型的である。

また、良質の、比較的大きなダイヤモンド板を製造するのに本発明の方法を用いることもできる。本発明をこの形で使用する場合は、三つのへき面100, 110, 又は111の内の一つの面、又はこれらの面から3°以内の面を外表面とするダイヤモンド板又は粒子を用いるようとする。これらの表面には、良好なエピタキシャル結晶ダイヤモンドが生成され得る。架橋は隣接の板に起る。隣接の板には、第1図に示すように、互いに助け合うような面を設けることが出来る。この図を参照すると、二つのダイヤモンド板30, 32には、開先をとつて隣接の端面34, 36があり、この二枚の板を合わせて、接触させると、V型の隣接38が出来る。ダイヤモンドの成長が表面34, 36に起ると、ついには隣接38の間に横

が架かるようになる。表面34, 36は、それぞれ三つのへき面100, 110, 又は111の内の一つの面、又はこれらの面から3°以内の面であるのが理想的である。

性質としては結晶ダイヤモンドであるダイヤモンド結合橋を本発明によつて製造することが好ましい。このような橋を形成するに用いられる方法は、好適な窒化物よりなる表面にダイヤモンド表面を設置すること、表面のまわりにガス状炭素化合物の雰囲気を形成すること、窒化物表面およびダイヤモンド表面の温度を少なくとも600℃にすること、及び該化合物を分解させるに好適なマイクロエアーフェルエネルギーをガス状化合物に与え、炭素を生成させ、これを表面に沈積させ、表面に結晶ダイヤモンドを形成させることの各工程を包含する。この方法に必須なことは、ダイヤモンド表面を好適な窒化物表面に置くことである。

この方法を実行している間、窒化物表面は、少量の窒素原子を放出し、ダイヤモンド表面の周り

の雰囲気に好適な密素構度を形成し、ダイヤモンドの成長をゆつくりにしてダイヤモンドの品質を改良する。この窒化物表面は、一般的に支持体を完全に包むものであることが好ましい。この支持体はマイクロウエーブ エネルギーの吸収器となるもの、つまりマイクロウエーブを吸収し、自身は加熱されるものであることが好ましい。このような支持体の例は、グラファイト支持体で、マイクロウエーブ エネルギーの少なくとも50%は吸収する。窒化物としては、窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化チタニウム、窒化タンタルなどを用いることができる。窒化物表面は、既知のCVD法によって支持体の上に形成するのが典型的である。このような方法を用いると、結果としては比較的多量の、例えば、1~30原子%の水素を含有する窒化物が得られる。この水素は、非常に強く結合している。この方法によつて製造された窒化シリコンの場合には、窒化物は典型的には、次式：

$$\text{SiN}_x \cdot \text{H}$$

化合物を5容積%未満程度含有するものである。この炭素化合物とは、一般にメタンのような好適な炭化水素である。他の好適な炭化水素の例としては、エタン、プロパン、堿化炭化水素( $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 及び $\text{CHF}_3$ など)、一酸化炭素、および二酸化炭素が挙げられる。

さて、本発明の実施形態を添付の図面を参照して説明する。該図は、一個以上のグラファイト製小皿12が釣られている石英管10から成つている。グラファイト製小皿は一個だけ示してあるが、ここで窒化シリコン層14が小皿の全外表面積を覆っている。従つて、グラファイト製小皿は窒化物層ですつかり包まれている。マイクロウエーブエネルギーは、適当な深さから導波管18を経て管の内部の空間16へと入る。マイクロウエーブ用の1/4波長短絡板20が導波管22に設けられている。ガス状炭素化合物の供給源が、矢印Aの方向に空間16の中へ供給される。

窒化物でコーティングされた小皿12の四個所24に位置しているのは、結晶シリコン層26で、

(式中、 $x = 0, 6 \sim 1, 4$ である)を有する。

窒化物表面及びダイヤモンド表面の温度は、炭素化合物の分解およびダイヤモンド表面上での炭素の沈積が起こっている間は、600~1000℃の温度に維持されているのが好ましい。ダイヤモンド表面は一般に窒化物表面より高温度にある。炭素化合物を分解するのに用いられるマイクロウエーブ エネルギーは、表面の加熱エネルギー源にも用いられるのが典型的である。

マイクロウエーブ エネルギーの周波数は広い範囲で変化してもよい。典型的には、その周波数は200MHz~90GHzの範囲であろう。使用可能な代表的周波数の例は、2.45GHzである。マイクロウエーブ エネルギーは少なくとも数時間、例えば、2~10時間の間は維持するのが典型的である。

ガス状炭素化合物は、基板を内包する空間へ導入するのが好ましい。この化合物は、例えば水素のような還元性ガスと一緒にした混合ガスの形をとつてもよい。典型的には、この混合ガスは炭素

その上にはダイヤモンド粒子層28が乗つている。このような配置にすると、ダイヤモンドの重かの動きも最小限に抑えられる。ダイヤモンド結晶の大部分は、固合つた結晶といくつかの所で点接触をしている。

種晶の上での結晶ダイヤモンド成長は、2.45GHzのマイクロウエーブ エネルギーを使い、グラファイト小皿の温度を約730℃に上升、維持し、種晶の温度は830℃にし、水素との混合物としてメタンガス(メタンガスは、混合物の5%を占める)を導入して行つた。これらの条件を5時間維持したところ、その間に結晶ダイヤモンドが成長し、多數のダイヤモンド結晶の間にダイヤモンド架橋がかかり、多結晶ダイヤモンド結合塊が生成した。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、二枚のダイヤモンド板がお互いに接熱している状態を概略的に示したものである。

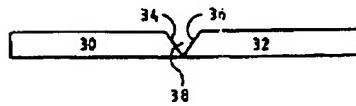
第2図は、本発明の方法を実施するに好適な装置の概略図である。

特開平2-51413 (5)

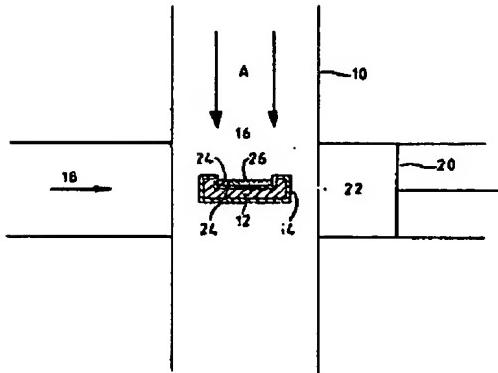
10…石英管、12…グラファイト小皿、14…  
空化シリコン管、16…空間、18、22…マイ  
クロウエーブ導波管、20…波長縮板、30、  
32…ダイヤモンド板、34、36…端面、38  
…V型開口

図面の添付(内容に変更なし)

図面1



図面2



### 手続補正書(自発)

平成1年6月5日

特許庁長官殿

#### 1. 事件の表示

平成1年特許第111952号

#### 2. 発明の名称

ダイヤモンドをダイヤモンドに結合する方法

#### 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 デビアス イングストリアル ダイヤモンド  
(略称) デイビジョン (プロプライエタリ) リミテッド

#### 4. 代理人

住所 〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号  
新大手町ビルディング331  
電話 (211) 3651 (代表) (6669) 井澤士

氏名 浅村 哲

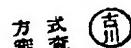
#### 5. 補正命令の日付

昭和 年 月 日

#### 6. 補正により増加する発明の数

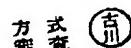
#### 7. 補正の対象

明細書



#### 8. 補正の内容 別紙のとおり

明細書の添付(内容に変更なし)



### 手続補正書(方式)

平成1年9月7日

特許庁長官殿

#### 1. 事件の表示

平成01年 特許第111952号

#### 2. 発明の名称

ダイヤモンドをダイヤモンドに結合する方法

#### 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

氏名 (略称)

デビアス イングストリアル ダイヤモンド デイビジョン  
(プロプライエタリ) リミテッド

#### 4. 代理人

住所 〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号  
新大手町ビルディング331  
電話 (211) 3651 (代表) (6669) 井澤士

#### 5. 補正命令の日付

昭和 年 月 日

#### 6. 補正により増加する発明の数

#### 7. 補正の対象

明細書の特許出願人(法人) 代表者氏名の印

代理権を証明する書面

回函



#### 8. 補正の内容 別紙のとおり

明細書に最初に添付した図面の添付(内容に変更なし)

## 手 続 補 正 書

平成 1 年 10 月 9 日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

平成 1 年 特許第 111952 号



## 2. 発明の名称

ダイヤモンドをダイヤモンドに  
結合する方法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名 称 デビアス インダストリアル ダイヤモンド  
ディビジョン (プロプライエタリ)  
リミテッド

## 4. 代理人

居 所 〒100 東京都千代田区大手町二丁目 2番 1号  
新 大 手 町 ビ ル デ ナ ン グ 381氏 名 (211) 3651 (代 表) .....  
(6869) 渡 村 晴

## 5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

## 6. 補正の内容 別紙のとおり

7. 添付書類の目録 同時に審査請求書を提出してあ  
ります。

(1) 明細書第8頁下から2行「て除去されるものである。」の後に改行して

「本発明の方法は、多結晶ダイヤモンド結合塊上にダイヤモンド膜又は層を製造するのに用いられる。その多結晶ダイヤモンド塊は、塊全体にわたって分散し網目状に相互に繋がっている空隙細孔を有するものである。その多結晶ダイヤモンド結合塊は、その性質上本質的に非金属である第二の相を有するものでもまたある。適当な第二の相の例は、シリコンのような耐火性の炭化物形成元素単独かまたは金属例えば英國特許第2,158,086又米國特許第4,534,773号に記載されたタイプの金属との組合せを含むものである。このタイプの特に好ましい多結晶ダイヤモンド塊は前述した英國特許に述べられているものであり、かつその塊の80~90容量%の量で存在するダイヤモンド粒子の塊とその塊の10~20容量%の量で存在する第二の相を含み、そのダイヤモンド粒子は、密着した塊骨格を形成するダイヤモンドとダイヤモンド結合を含みかつその第二の相は、シリコンおよび/ま

たはシリコン炭化物の形のシリコンを含んでい  
る。」を加入する。